

Delaware 포도의 무핵재배에서 엽·신초·과립의 생장 및 성숙에 따른 화학성분의 변화

최 주 수†

동의대학교 생물학과

Seasonal Changes of Chemical Compositions in Leaves, Shoot and Berries of 'Delaware' Seedless Grapes Induced by Gibberellic Acid

Joo-Soo Choi†

Dept. of Biology, Dongeui University, Pusan 614-714, Korea

Abstract

This study was carried out to clarify seasonal changes of chemical compositions and their interrelation in leaves, shoots and berries treated with gibberellin(GA₃) for seedless grapes in 'Delaware' grapevines. The clusters were dipped twice with 100 ppm GA₃ : 10 days before and after the full bloom. The results obtained as follows :

1. Cumulative growth curve of berry fresh weight showed a double sigmoid curve and the characteristics of three distinctive growth stages(I , II , III) were weakened with GA₃ treatment.

2. While the contents of ash, total carbon, total nitrogen and total carbohydrate had little relation with development and ripeness of berries, those of total sugar and starch had close relation, viz., they decreased with enlargement and maturity of berries, but increased rapidly after harvest in leaves and shoots. Especially, total sugars in leaves and shoots decreased coincidentally with starch-increasing in shoots at november.

3. The contents of total soluble solid and reducing sugar in berries increased rapidly at growth stage III, but those of total titratable acidity and organic acid decreased coincidentally with sugar-increasing.

4. The berry-hardness increased until growth stage I, and then stagnated until growth stage II, thereafter decreased rapidly at growth stage III. Juice viscosity stagnated until growth stage II, and then increased rapidly at growth stage III. pH of berry-juice decreased until growth stage II, afterwards increased at growth stage III.

5. By correlation and path coefficient analysis between qualitative characters and the ratio of total soluble solid to titratable acidity(°Brix/Acidity), total correlation coefficients were all highly significant. Of these characters, pH and viscosity of berry-juice were positive, but brightness and hardness of berry, negative.

The direct effect of pH on °Brix/Acidity ratio, $p_4y=0.9090$, was large positively and those of berry-hardness and juice-viscosity, $p_1y=0.5938$, median and, $p_2y=0.3550$, small, respectively. Direct effect of brightness was negatively small.

Key words : Grapes, seasonal changes, chemical composition, GA₃ treatment

† Corresponding author

서 론

우리나라에서 재배되는 Delaware 포도는 일반적으로 Gibberellin(GA₃)를 처리함으로써 無核栽培 및 성숙기를 촉진시키지만 과립의 비대를 다소 감소시키는 재배법이 확립되어 거의 모두가 GA₃ 처리에 의한 무핵재배가 시행되고 있다. 한편 巨峰과 같은 대립종에서 수세가 왕성하여 결실이 불안정한 경우에 결실을 안정시키기 위하여 GA₃ 처리에 의하여 착립증진과 과립비대를 촉진시키기도 한다.¹⁾ 이처럼 GA₃ 처리에 의한 생리적 제문제점 및 효율적인 재배방법 등이 제시되고 있다.^{2,3,4)}

GA₃ 처리에 의한 무핵재배에서 합리적인 재배관리와 좋은 품질을 생산하기 위하여서는 엽, 신초, 과립의 성장과 발육에 따른 이들 부위의 각종 화학적 성분들의 계절적 변화 및 이들 성분 상호간의 관련성을 밝히고, 성숙에 따른 과립성분 및 과피색의 변화 등 이들 품질구성요인과 수확기 및 식미의 판정기준이 되는 감미비와의 관련도를 경로계수 분석에 의하여 직·간접 효과를 구명하고자 수행하였다.^{4,5)}

재료 및 방법

재료는 경남 양산군의 일반농가의 사질양토에 재식되어 있는 수형이 평덕식인 Delaware 성목으로 모두 GA₃ 처리에 의하여 일반적으로 무핵과 재배를 하고 있는 것으로 본 실험에서는 세력이 왕성한 성목 3수를 공시하여 무핵과 유발을 위하여 만개기 10일전과 10일후(만개기 6월 초순) 각 1회 GA₃ 100ppm 용액에 과방을 침지 처리하였다.

엽 및 신초의 성분 분석은 5월 20일, 6월 5일, 그 이후는 약 1개월 간격으로 낙엽기까지 새가지를 채취하여 엽 분석 시료는 중위의 성엽에 한하였다.

시료 채취는 최소 청천 2일후 10시에 채취하여 세정후 신성중을 측정하고 곧 효소 활동을 중지하도록 105°C에서 30분 이후 60°C에서 향량이 될 때까지 건조하여 건물중을 측정후 40 mesh, 가지는 100 mesh에서 통과되도록 분쇄하여 회분, 전질소, 전탄소, 환원당, 전당, 전분, 총탄수화물 등의 함량을 전보^{3,5)}와 같은 방법으로 분석하였다.

과립은 만개후 10일 경부터 수확기(8월 초순)까지 약 1주 간격으로 과립중, 경도, 과피의 고유색 및 anthocyanin 함량을 조사하였고 과립내 성분은 착즙하여 원심분리후(2000 rpm 10분) 가용성고형물함량(굴절계당도), 적정산도, 점도, pH, 당 및 유기산함량 등을 전보^{4,5)}와 같은 방법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 경엽의 성분함량변화

발육에 따른 엽(표 1)과 신초(표 2)의 각 성분의 계절적 변동을 보면 다음과 같았다.

건물함량은 신성중에 대한 고형물의 중량비율로 나타낸 개념으로 성장초기의 변화는 대체로 물질 생산에 의한 비율의 증가에 기인되며 성장후기의 감소는 수분함량의 증가 또는 과립성숙을 위한 물질의 전류에 기인하는 것으로 알려져 있다.^{2,3)}

본 실험에서 측정된 엽과 신초의 경시적인 건물함량의

Table 1. Seasonal changes of chemical composition in grape leaves

Date	(g/100g dry weight)						
	Dry matter content	Ash	Total nitrogen	Total carbon	Reducing sugar	Total sugar	Total carbohydrate ^a
May 20	27.76	5.54	2.80	32.10	2.39	4.11	54.63
June 5	32.46	6.08	2.42	31.89	4.25	5.21	57.05
July 10	29.34	5.13	1.94	33.03	6.99	7.50	63.46
Aug. 8	31.59	5.95	1.86	33.46	3.67	5.03	65.09
Sep. 9	36.11	6.60	1.99	33.45	5.73	7.03	64.08
Oct. 10	35.42	5.89	1.71	32.55	8.67	9.20	64.10
Nov. 7	26.51	6.81	1.19	34.59	4.26	5.77	72.06

^ag/100g dry matter content

Table 2. Seasonal changes of chemical composition in grape shoots

Date	Dry matter content	Ash	Total nitrogen	Total carbon	Reducig sugar	Total sugar	(g/100g dry weight)	
							Total carbohydrate ²	Starch
May 20	16.06	5.73	1.51	29.83	1.81	2.43	59.26	1.43
June 5	24.34	4.76	0.89	30.73	2.75	3.00	66.12	2.63
July 10	28.51	4.13	0.65	30.97	3.61	3.93	68.54	0.74
Aug. 8	30.76	4.08	0.71	31.44	3.09	3.28	69.18	0.29
Sep. 9	42.60	3.17	0.28	32.11	2.30	2.84	74.10	0.96
Oct. 10	43.68	3.13	0.40	30.75	3.23	3.51	69.94	2.39
Nov. 7	47.56	2.36	0.60	31.43	1.91	2.31	70.02	2.96

²g/100g dry matter content.

증감양상을 보면 잎에서는 6월 5일 까지 증가하다가 과립이 급격히 비대하는 7월 10일 경에는 다소 감소하였다가 성숙기(8월 초순)이후에 다시 증가를 시작하여 수확후(9월 상순) 최대치에 도달한 후 감소하였다. 신초에서는 생육의 진행과 함께 8월 초순 까지 계속하여 완만한 증가를 보이다가 수확기 이후(9월 초) 급격한 증가를 나타내며 이후 다시 완만한 증가를 보이는 sigmoid 곡선의 전형을 나타내었다.

이상의 결과를 종합하여 보면 잎에서의 건물함량 증가는 9월 상순 전후로 나타나는 반면 신초에서는 11월 경까지도 지속되고 있어 이들 증가양상이 신초 보다 엽에서 선행되고 있음을 알 수 있었으며 이러한 결과는 식물의 생장 일반특성과 일치할 뿐만 아니라 엽생장과 신초생장 사이에 물질합성 및 전류의 cause-effect가 성립됨을 인정할 수 있었다.^{3,6,7)}

온주밀감을 대상으로한 보고⁸⁾에 의하면 무기성분의 집적량이 건물중의 추이와 거의 일치하고 있어서 본 실험의 건물함량 변동간에는 대체로 일치하고 있음을 알 수 있었다.

회분, 전탄소, 전질소의 계절적 변동을 보면, 엽에서는 회분과 전탄소는 큰 변화를 보이지 아니하였고, 전질소는 생육의 진행에 따라 다소 감소하는 경향이였다. 신초에서는 생육의 진전에 따라 회분은 경시적으로 감소하였으며 전탄소는 큰 변동 없이 다소 증가하는 경향이였다. 전질소는 생육의 진행에 따라 다소 감소하다가 수확후 증가하는 경향이였다. 이들 회분과 전탄소 및 전질소의 엽 및 신초의 함량을 신성중당으로 나타내어 보면 거의 변동하지 아니 하였다.

이상에서 수체내의 회분, 전탄소, 전질소의 함량은 크게

변동하지 않으며 함량의 계절적 변화는 함수량의 변동 및 생장량의 증대에 기인하는 것으로 해석된다.^{3,5)}

Catalina et al⁹⁾은 엽내 전질소함량은 개화기에서 수확기까지 서서히 감소한다고 하였고, 廣保⁶⁾도 생육의 진행과 함께 감소한다고 하였으며, 또한 신초 보다는 엽내의 무기성분이 일반적으로 높다는 보고^{6,8,10)}와 본 실험이 대체로 일치하는 경향이였다.

엽내의 당함량에서 전당은 2주기의 증감을 보여 생육초기에는 증가하다가 과립의 비대성숙기에는 저하하였으나 수확기 이후에는(9월 초) 다시 증가하여 10월에 최대정점을 보인후 신초의 전분이 급격히 축적되기 시작하는 낙엽전의 11월(노쇠기)에 들어가면 급감하였다. 비환원당은 전생육기를 통하여 함량이 낮고 변동이 미미하였다. 이와 같은 사실은 낙엽기가 되면 엽내의 당함량은 신초내로 전류가 일어난다는 식물의 일반적인 생리외도 잘 일치하였다.^{3,5,7)}

신초의 전당함량은 엽의 증감반응과 대체로 일치하였으나 엽 보다는 한단계 늦은 반응을 보였다.

총탄수화물은 생육의 진행과 함께 엽, 신초 모두 증가하는 경향이였지만 엽에서는 수확후(9월초) 정체하였다가 증가하였고 신초에서는 수확후 최대 정점을 보인후 전분이 급격히 축적하는 10월초 다소 감소하였다. 福井⁸⁾는 총탄수화물의 집적량은 건물함량의 추이와 일치하며 그 중에서도 당은 춘계, 전분은 추계에 집적되었다고 하였다.

신초의 전분함량은 생육초기에는 다소 높으나 생육이 왕성하여 과립이 비대성숙하는 시기에는 낮게되고 과립 수확 후 급격히 축적되었다. 이와 같은 결과는 Campbell Early의

유해과 재배에서와 같은 경향이였다.⁵⁾ 廣保⁷⁾는 신초의 전분함량은 활동기에는 적게되고 휴면기에는 증가하여 특히 휴면기 이후에는 전분축적이 현저하다고 하였다.⁵⁾

福井⁸⁾은 온주밀감에서 전분함량은 가지의 신장과 과실의 비대와는 역의 관계를 보이며 전분은 중요한 저장양분으로써 수체내 전분의 계절적 변화로써 탄수화물의 기능을 대표한다고 하였다. 또한 하계의 전분감소는 주로 과실비대에 기인하며 과실을 제거한 수체에서는 감소하는 경향을 보이지 않는다고 하였다.

과실비대와 각 성분의 변동과의 관계를 보면 엽내의 회분함량 및 전탄소함량은 생육의 진행에 따라 별다른 변동을 보이지 아니하였고 전질소함량은 약간 감소하는 경향이였다. 신초의 경우 회분함량은 생육의 진행에 따라 다소 감소하였지만 전탄소함량은 수확기까지는 다소 증가하였으나 수확후 조금 감소하였다가 증가하였다. 전질소함량은 수확기까지 감소하다가 수확후 증가하여 전탄소함량의 변동과는 역의 관계를 보였다.

이상에서 경엽의 회분, 전탄소, 전질소함량의 변동과 과실 비대에는 큰 관계는 인정되지 아니하였다.^{3,5,6)} 한편 당 및 전분은 과실비대 및 성숙과 밀접한 관계를 보여 전당함량은 엽,신초 모두 맹아후 증가하다가 과실의 비대성숙기에는 감소하며 이같은 감소는 과실내 당함량의 축적과 관련하여 과실의 비대성숙에 기인된 것으로 해석되며 수확후는 급증하여 10월초 정점을 보인후 급감하였다. 신초내 전분함량은 맹아와 더불어 과실의 비대성숙기에는 급감하다가 수확후 증가하기 시작하여 Campbell Early⁵⁾에서와 같은 경향이였다.

Kliwer^{11,12,13,14)}는 엽 및 목질부의 당함량은 과실의 비대성숙기에 감소한다고 보고하면서 과실의 성숙기에는 엽의 광합성도 왕성하게 되어 물질생산도 활발하게 된다고 하였다.

한편 전당함량은 신초내 전분함량이 급격히 축적되어지는 11월에는 급감하여 전류가 일어나는 것으로 보이며 전분은 저장양분으로써 역할을 하는 것으로 판단된다.^{3,5,15)}

2. 과립의 성분함량변화

과립의 발육주기는 포도의 일반특성인 3기로 나눌 수가 있었으나(표3) 소립종인 Delaware에서는 누적성장곡선의 double sigmoid 특성이 GA₃ 처리에 의하여 약해지는 경향을 보였다.^{4,16)} 과립의 발육에 따른 과피색의 변화를 보면(표 3) 발육 제1기(6월 15일)는 olive 색을 보이나 제2기(7월 5일)는 grayish olive, 제3기(7월 18일)에 가서는 dark olive gray에서 dark reddish brown, grayish red brown, brown purple의 순으로 변화되었다.

일반적으로 발육 제3기에 달하면 과피색의 급격한 변화가 보여지는데 제3기 2주 후에 anthocyanin 농도가 급격히 축적되기 시작하였다.

内藤¹⁷⁾은 과립의 착색도와 anthocyanin 농도간에는 높은 상관이 인정되며 anthocyanin 발현은 과립의 당함량이 어느 수준에 달하면 시작되며 anthocyanin 농도와 환원당함량간에 높은 상관이 있다고 보고하고 있어 본실험에서 제3기의 환원당의 급격한 축적과 anthocyanin 발현이 동시적으로 일어나는 것과 같은 경향이였다.

Table 3. Changes in berry color expressed by monochromatic specification during the maturation stage of fruit growth

Date	6.15	6.22	6.29	7.5	7.11	7.18	7.23	7.29	8.3	8.8
Berry fresh weight(g)	0.09	0.21	0.36	0.47	0.62	0.80	0.92	1.03	1.08	1.12
Dominant wave length(mm)	571.2	572.4	573.0	572.6	571.0	576.0	580.5	603.0	594.0	495.0c
Purity(%)	45.5	40.1	31.5	26.8	25.0	15.8	13.0	8.5	11.0	8.0
Value(%) (Brightness)	13.98	14.42	12.74	12.70	10.52	9.02	8.00	6.48	5.52	5.80
Color name	Olive	Olive	Olive	GO	GO	DOG	DYB	DRB	GRB	BP
Anthocyanin(O.D)	-	-	-	-	0.037	0.038	0.047	0.146	0.158	0.208

Abbreviation : G (gray), O (olive), D (dark), Y (yellow), B (brown), R (red), P (purple)

Table 4. Changes in qualitative characters in grape berries during the maturation stage of fruit growth

Date	6.15	6.22	6.29	7.5	7.11	7.18	7.23	7.29	8.3	8.8
Total soluble solid(°Brix)	3.2	3.4	3.6	4.0	4.8	10.2	13.0	16.0	18.5	20.1
Fructose(%)	0.18	0.25	0.54	0.64	0.95	3.60	7.12	8.62	7.90	7.59
Glucose(%)	0.22	0.37	0.57	0.82	1.45	3.97	7.21	8.29	7.79	7.32
Total titrable acidity (g · tar./100ml)	1.68	2.00	2.96	2.96	2.83	2.15	1.78	1.20	0.99	0.74
Malic acid(%)	1.86	2.01	1.79	2.26	2.84	2.10	0.48	0.27	0.22	0.25
Tartalic acid(%)	1.88	2.14	1.84	2.23	2.79	2.97	0.71	0.51	0.31	0.30
Hardness(Kg/cm ²)	1.41	1.75	2.57	2.32	2.19	0.69	0.66	0.38	0.11	0.10
Viscosity(sec)	6.23	6.15	6.24	6.23	6.23	9.73	12.50	14.28	14.18	15.73
pH	2.76	2.58	2.43	2.41	2.44	2.61	2.74	2.90	3.08	3.21

Table 5. Path-coefficient analysis between °Brix/Acidity ratio and qualitative characters in grape berries

Hardness of berry r1y = -0.8187***	Juice viscosity r2y = 0.9138**	Value(Brightness) r3y = -0.8468**	pH r4y = 0.9329**
DE. p _{1y} = 0.5938	DE. p _{2y} = 0.3550	DE. p _{3y} = -0.3224	DE. p _{4y} = 0.9090
IE. via V. -0.3262	IE. via H. -0.5457	IE. via H. 0.4994	IE. via H. -0.532
IE. via B. -0.2711	IE. via B. 0.3048	IE. via V. -0.3356	IE. via V. 0.3123
IE. via pH. -0.8151	IE. via pH. -0.7997	IE. via pH. -0.6881	IE. via B. -0.2441
Total effect -0.8186	Total effect -0.9138	Total effect -0.8467	Total effect 0.9329

residual effects by unknown factors. 4.1%.

Significant at 5 % level, *Significant at 1 % level.

Abbreviation : DE (direct effect), IE (indirect effect), H (hardness), B (brightness), V (viscosity).

과립의 비대성숙에 따른 과실의 품질구성요인의 변화를 보면 표4와 같았다. 굴절계당도와 환원당함량은 발육초기에는 거의 평형상태를 유지하다가 제3기에 이르러 급증하게 됨으로써 그 증가양상이 전형적인 sigmoid 형이라고 한 보고 등과 대체로 일치하였다.^{3,12,13,15,16,18)}

산함량의 변화에서 적정산도는 발육 제1기 말(6월 29일)에 거의 최대치에 달하여 약 2주간(제2기) 평형상태를 유지하다가 굴절계당도가 급증하는 제3기에 들어가면 급감한 후 성숙기(8월)에 들어가면 낮은 상태로 정체하는 경향이였다. 능금산 및 주석산은 6월 22일 까지 1차 증가의 peak를 형성한후 6월 29일 까지 떨어졌다가 이후 兩酸 모두 과립의 급격한 신장을 보이는 7월 11일까지 급증하여 2차 peak의 정점을 이룬후 7월 중순말까지 급감하여 이후에는 점차적으로 정체하는 경향이였다.

Hardy¹⁹⁾는 발육초기의 당은 증가하지 않고 합성된 당은 산의 전구물질로 전용되어진다고 하였고, 유기산은 veraison期 전후에서 급감하기 시작하여 성숙후기의 산의 급감은 고온시에는 호흡대물질로 이용되어져 감소한다고 하였다. 대사속도는 주석산 보다 능금산이 빠르며 당의 급격한 축적시는 당으로 전환되어지며, 완숙기에는 능금산이 주석산 보다 낮은 함량을 보인다는 결과와 본 실험이 대체로 일치하였다.^{5,15,19)}

pH, 경도, 점도의 변동을 보면, pH는 발육 제1기까지는 저하하다가 제2기에 들어가서 서서히 상승하였고, 경도는 pH와 역의 관계를 보여 제1기까지는 증가하다가 제2기 이후 감소하기 시작하여 제3기에 급격히 감소하였다. 점도는 제1기, 2기까지는 별다른 변동을 보이지 아니하였지만 당이 급격히 축적하는 제3기에 급증하였다.

과립의 pH 변화에서 개화후 4~6주까지는 pH가 서서히 저하하고 이후 증가하기 시작한다는 ^{崔^{4,5)}, 松井¹⁸⁾}의 보고와 본실험이 대체로 일치된 결과를 보였다.경도와 점도의 변화에서 ^{松井¹⁸⁾}은 점도와 굴절계당도의 분기점은 일치한다고 하였으며 성숙의 진행으로 경도가 저하하는 것은 세포막 구성물질인 pectin 등 구조다당류의 일부가 가용성당의 일부로 전환되는 것이라 하였다.^{18,20)}

감미비에 미치는 품질구성요인의 상관관계를 보면(표5), pH, 점도는 고도의 正의 유의성이 인정되었고 명도와 경도는 負의 고도의 유의성이 인정되었다. 각요인이 감미비에 미치는 경로계수 분석에서 pH(0.9090), 경도(0.5938), 점도(0.3550)는 正의 직접효과를 보였고, 명도(-0.3224)는 負의 직접효과를 보여 경로계수 분석에서 각요인의 직접효과는 상관관계와 일치하여 높지는 아니하였다.

^{崔^{4,5)}}는 Early Steuben과 Campbell Early의 품종에서 행한 실험에서 pH와 점도는 상당한 正의 직접효과를 보였고 명도는 負의 직접효과를 보였으나 경도는 Early Steuben에서는 正의 직접효과를, Campbell Early에서는 負의 직접효과를 보였다.

이와 같은 결과는 감미비에서 보면 pH, 점도, 경도, 명도 등이 품질판단의 지표로써 중요하다는 것을 알 수 있었으나 감미비와 품질구성요인과의 관계는 품종에 따라서 그 기준이 상당히 다르다는 것을 알 수 있었다.^{4,5)}

요 약

본 연구는 100 ppm의 Gibberellin을 만개기 전과 후 10일 각 1회(계2회) 과방에 침지 처리한 Delaware 포도의 무핵재배에서 생육에 따른 엽·신초·과립의 주요성분의 경시적 진전특성과 상호관련성 및 과립의 품질구성요소들과 감미비와의 관련성을 구명한 바 그 결과는 다음과 같았다.

1. 과립중의 누적성장곡선은 double sigmoid 양상을 보여 발육주기는 3기로 나눌 수가 있었으나 GA₃ 처리에 의하여 그 특성이 약화된 것으로 나타났다.

2. 과실비대와 각 성분의 변동과의 관계를 보면 경엽의 회분, 전탄소 전질소, 총탄수화물의 함량은 과실의 비대와 성숙과는 별다른 관계가 인정되지 아니 하였으나, 당과 전분은 밀접한 관계를 보여 전당함량은 과실의 비대 성숙기에는 감소하며 수확후는 급증하였다. 신초의 전분함량은 성

숙의 진행으로 감소하다가 수확후는 증가하였으며, 특히 경엽의 전당함량은 신초의 전분함량이 증가하는 수확후 11월에는 급감하여 전분으로 전류가 일어난다고 판단되었다.

3. 과립의 가용성고형물함량과 환원당함량은 발육 제3기에 급증하였고 적정산과 유기산함량은 당이 급격히 축적하는 시기에는 급감하였다.

4. 과립의 경도는 발육 제1기에 증가하다가 제2기에는 정체를 보인후 제3기에는 급감하였다. 점도는 생육 제2기까지는 정체를 보인후 제3기에는 급증하였다. pH는 발육 제2기까지는 감소후 제3기에 들어가면 증가하였다.

5. 감미비에 미치는 품질구성요인에서 pH, 점도는 고도의 正의 상관관계를 보였고 명도와 경도는 고도의 負의 상관관계를 보였다. 경로계수 분석에서 pH(0.9090), 경도(0.5938), 점도(0.3550)는 正의 직접효과를, 명도(-0.3224)는 負의 직접효과를 보였다.

감사의 글

본 연구는 동의대학교 대학자체 학술연구비의 지원에 의하여 이루어졌으며 이를 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 卞在均, 金胄變: '巨峰' 포도의 結實과 品質에 미치는 GA₃, Thidiazuron 및 ABA의 影響. 韓園誌, 36, 231 (1995).
2. 雨宮 毅: 브ドウ (테라우에아)의 지베렐린處理栽培의 安全化. 農及園, 43, 813(1968).
3. 崔注銖: Gibberellic acid 處理에 依한 葡萄 無核栽培에서 葉, 新梢, 果粒의 生長과 化學成分의 經時的 變化. II. 葉 및 新梢의 化學成分의 經時的 變化. 韓園誌, 25, 116(1986).
4. 崔柱銖: Gibberellic acid 處理에 依한 葡萄 無核栽培에서 果粒成分의 經時的 變化. 生物生産研究誌, 2, 83 (1985).
5. 崔柱銖, 高野泰吉: Campbell Early 葡萄의 葉, 新梢, 果粒의 生長 및 成熟에 따른 化學成分의 變化. 韓園誌, 27, 34(1986).
6. 廣保 正: a. 브ドウ樹의 營養生理的研究 (第2報) 生育時期を異にする브ドウ樹의 無機成分について. 日園學雜, 30, 211(1961).
7. 廣保 正: b. 브ドウ樹의 營養生理的研究 (第3報) 生育時期を異にする브ドウ樹의 有機成分について. 日園學雜,

- 30, 271(1961).
8. 福井春雄, 本山榮一, 久保田收治: 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究(第2報) 温州ミカン樹幼木の器官別体内組成の周年的變化. 四國農試報告, 14, 37(1966).
 9. Catalina, L., Sarmiento, R., Romero, R. and Valpuesta, V.: Study of differential fertilization in grape vines. I. Changes in total-N, protein-N, free amino acids and poline, *Horticultural Abs. Aug.*, 52, 10(1982).
 10. 高橋國昭, 小豆澤劑: ブドウ幼木における器官別窒素含有量の推移. 園學要旨昭56秋, 104(1981).
 11. Kliewer, W. M.: a. Changes in the concentration of malates, tartarates and total free acids in flowers and berries of *Vitis vinifera*, *Amer. J. Enol. Vitic.*, 16, 92(1965).
 12. Kliewer, W. M.: b. Changes in the concentration of glucose, fructose and total soluble solids in flowers and berries of *Vitis vinifera*, *Amer. J. Enol. Vitic.*, 16, 101(1965).
 13. Kliewer, W. M.: Sugars and organic acids of *Vitis vinifera*, *Plant Physiol.*, 41, 923(1966).
 14. Kliewer, W. M.: The glucose-fructose ratio of *V. vinifera* grapes, *Amer. J. Enol. Vitic.*, 18, 33(1967).
 15. 小林 章, 行永壽二郎, 板野 徹: ブドウの溫度條件に関する研究(第3報) 成熟期の夜温がDelaware熟期と品質に及ぼす影響. 日園學雜, 34, 26(1965).
 16. 新美善行, 大川勝徳, 島瀉博高: ブドウ果粒中のオキシジン及びアブシジン酸様物質の季節的消長について. 日園學雜, 46, 139(1977).
 17. 内藤隆次, 許唱範: ブドウ果實の着色に関する研究(第6報), 'マスカット ベリ-A'種の果皮の着色ならびに色素形成に及ぼす遮光の影響, 日園學雜, 46, 139(1965).
 18. 松井弘之, 湯田英二, 中川昌一: ブドウ'デラウェア'果實の成熟生理に関する研究(第1報), 果粒中の糖蓄積に及ぼす新梢上の葉數及び果粒中の多糖類, 有機酸の變化, 日園學雜, 48, 9(1968).
 19. Hardy, P. J.: Metabolism of sugars and organic acids in immature grape berries, *Plant Physiol.*, 43, 224(1968).
 20. 山川祥秀, 清水 均, 櫛田忠衛: ブドウ'甲州'における味なし果と健全果の經時的成分變化について, 日園學雜, 50, 450(1982).